

# НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

---

© И.В. Фомина, Ф.Л. Капустин, 2012 г.  
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет  
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
г. Екатеринбург

## МАЛОЦЕМЕНТНЫЕ КОМПОЗИЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗОБЖИГОВОГО ЗОЛЬНОГО ГРАВИЯ

Представлены результаты исследования влияния химических и минеральных добавок на прочность золоцементного камня, а также возможность использования малоцементных композиций для получения безобжигового зольного гравия.

**Ключевые слова:** безобжиговый зольный гравий; химические добавки, малоцементные композиции.

Проблема рационального использования цемента в строительных материалах и изделиях может быть решена с помощью разработки и применения композиционных смешанных вяжущих, а также совершенствования технологических приемов, обеспечивающих требуемые эксплуатационные свойства изделий на их основе. В России и за рубежом разработаны эффективные малоцементные составы с использованием техногенных продуктов, в том числе металлургических шлаков, горных пород, золы-уноса ТЭС и др.

В производстве портландцемента используется зола-унос в количестве до 15–20 %, а в пуццолановом цементе – от 21 до 35 %. Эффективно применение топливных зол в составе различных видов специальных цементов, например, в производстве расширяющегося цемента, в котором количество портландцемента составляет до 55 %, золы-

уноса – до 27 %, извести и сиштофа – до 18 %. Существенный эффект наблюдается при совместном введении в вяжущие низкой водопотребности золы-уноса и добавок-суперпластификаторов [1].

Разработка комплексных технологических приемов, позволяющих модифицировать структуру золоцементного камня на основе применения смешанных вяжущих, наполнителей техногенного происхождения, химических и минеральных добавок, позволяет уменьшить расход цемента, улучшить его физико-механические свойства. В связи с этим актуальной проблемой являются научно-техническое обоснование методов совершенствования технологии получения золоцементного камня на основе применения малоцементных композиций и экспериментальная проверка их эффективности.

Цель работы заключалась в разработке состава и исследовании прочностных свойств малоцементной композиции на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- установить влияние химических и минеральных добавок на формирования прочностных характеристик золоцементного камня;
- подобрать оптимальный состав малоцементной композиции для получения безобжигового зольного гравия (*БЗГ*);

В работе использовали следующие материалы: зола-унос от сжигания каменного угля Экибастузского бассейна на Рефтинской ГРЭС (*ЗУ*); портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н (*ПЦ*) производства ОАО «Сухоложскцемент» (г. Сухой Лог); доменный гранулированный шлак ОАО «Мечел» (*ГДШ*), отсев дробления горнблендита ОАО «Первоуральское рудоуправление» (*ГБ*), гранулированный медеплавильный шлак ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод» (*ГМШ*), известь строительная (*Из*), химическая добавка  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; суперпластификаторы Ergomix 6000 (*Erg*) и С-3.

Методика испытаний золоцементного камня была составлена таким образом, чтобы выявить влияние количества минеральных и химических добавок на формирование прочностных характеристик зольного камня, а также возможность использования малоцементной композиции для получения безобжигового зольного гравия.

Для производства *БЗГ* подбирали составы смесей с постоянным количеством *ПЦ* и разным содержанием *ЗУ*, *ГДШ*, *ГМШ* и химических добавок. В табл. приведены результаты испытаний образцов после тепловлажностной обработки (*ТВО*), полученных из зольного теста содержащего минеральные и химические добавки, такие как *ГМШ*, *ГБ*, *ГДШ*, известь гашеная и негашеная, а также химическими добавками  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , С-3 и Ergomix 6000.

Установлено, что наиболее эффективной добавкой является *ГМШ*. Наибольшую плотность показывают составы с содержанием 25 % шлака и 7 % извести, немного ниже плотность у составов с добавлением 25 % *ГБ*, самая низкая плотность у состава без минеральной добавки. Что касается значений предела прочности при сжатии, то наилучшие результаты получены у составов с добавлением *ГМШ* (5–25 %) и сульфата натрия (2 %). Именно этот состав рекомендуется для производства *БЗГ*.

Химические добавки, такие как С-3 и Ergomix 6000, отрицательно влияют на прочностные характеристики золоцементного камня, так как не содержат щелочных и сульфатсодержащих продуктов. Для топливных шлаков и зол так же, как для металлургических, активизация достигается введением извести и щелочных соединений (щелочная активизация) и сульфатсодержащих продуктов (сульфатная активизация) [1].

Таблица 1

Показатели прочности образцов при сжатии после *ТВО*

№	Состав										В/Ц	Плотность зольного камня, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности и при сжатии, МПа
	ПЦ	ЗУ	ГМШ	ГДШ	ГБ	Известь		Na <sub>2</sub> S O <sub>4</sub>	Егг	С-3			
						гашеная	негашеная						
	20	80	—	—	—	—	—	2	—	—	45	1580	6,61
	20	75	5	—	—	—	—	2	—	—	43	1620	7,23
	20	70	10	—	—	—	—	2	—	—	42	1641	7,56
	20	65	15	—	—	—	—	2	—	—	42	1678	7,66
	20	60	20	—	—	—	—	2	—	—	42	1685	7,75
	20	55	25	—	—	—	—	2	—	—	40	1685	7,66
	20	63	10	—	—	—	7	2	—	—	43	1680	6,90
	20	58	15	—	—	—	7	2	—	—	43	1688	7,00
	20	53	20	—	—	—	7	2	—	—	43	1704	6,43
0	20	48	25	—	—	—	7	2	—	—	42	1750	5,95
1	20	63	10	—	—	7	—	2	—	—	41	1646	7,40
2	20	58	15	—	—	7	—	2	—	—	42	1692	7,60
3	20	53	20	—	—	7	—	2	—	—	42	1773	7,30
4	20	48	25	—	—	7	—	2	—	—	40	1812	5,53
5	20	65	—	—	15	—	—	2	—	—	40	1630	5,82
6	20	58	—	—	15	7	—	2	—	—	38	1633	6,38
7	20	58	—	15	—	7	—	2	—	—	38	1676	6,62
8	20	55	—	—	25	—	—	2	—	—	40	1670	5,07
9	20	55	—	—	25	—	—	—	—	2	32	1625	0,52
0	20	55	—	—	25	—	—	2	—	2	35	1647	1,00
1	20	30	—	—	50	—	—	2	—	—	36	1770	5,93
2	20	60	20	—	—	—	—	—	1	—	38	1659	2,26

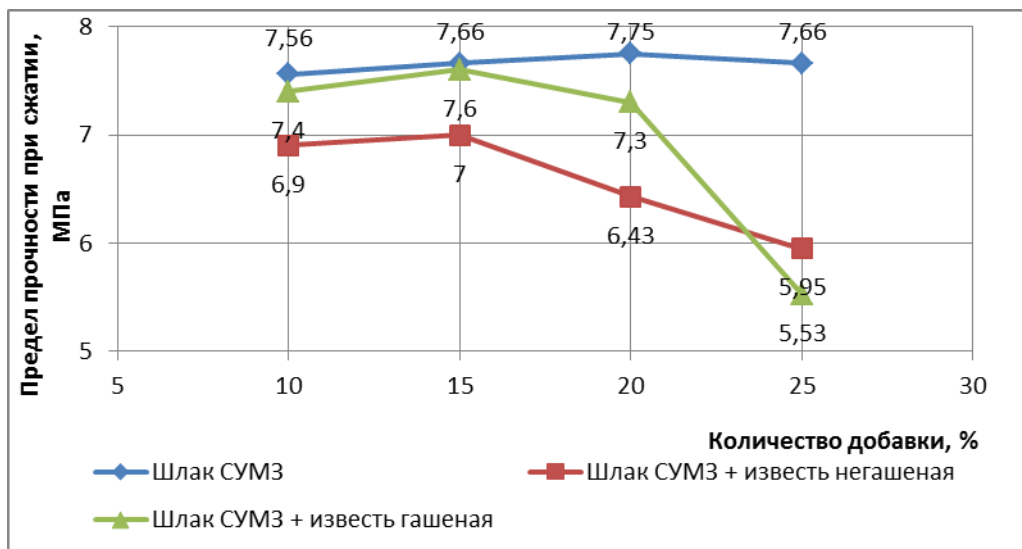


Рис. 1. Влияние минеральных добавок на прочность золоцементного камня (содержание ПЦ составляет 20 % от массы всего состава)

Минеральные добавки оказывают положительное влияние на формирование структуры золоцементного камня (рис. 1). Наиболее эффективной минеральной добавкой является медеплавильный шлак в количестве 20 мас. % сырьевой смеси, он уплотняет структуру золоцементного камня и тем самым увеличивает его прочность. Наиболее эффективной химической добавкой является сульфат натрия в количестве 2 мас. % смеси. Сульфат натрия применяется в качестве добавки ускорителя схватывания и твердения золоцементного камня. Для грануляции рекомендуется состав: 20 % ПЦ + 60 % ЗУ + 20 % ГМШ + 2 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

### Выводы

Разработан состав из малоцементной композиции, включающий в себя золу-унос, портландцемент, медеплавильный шлак цветной металлургии, применение которого обеспечивает получение безобжигового зольного гравия с прочностью 5 МПа.

Получены зависимости, устанавливающие взаимосвязь влияние минеральных добавок на прочность золоцементного камня. Минеральные добавки оказывают положительное влияние на формирование структуры золоцементного камня по сравнению с химическими добавками. Наиболее эффективной минеральной добавкой является медеплавильный шлак в количестве 20 мас. % сырьевой смеси и известь в количестве 7 %.

### Список использованных источников

1 Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности : учеб.-справ. пособие. Феникс, 2007. С. 368. (Строительство).